
	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 1 de 27

CONTENIDO

1	OBJETIVO.....	3
2	DESTINATARIOS.....	3
3	GLOSARIO.....	3
4	REFERENCIAS.....	4
5	GENERALIDADES.....	5
6	REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO.....	8
7	DESCRIPCION DE ETAPAS Y ACTIVIDADES.....	9
7.1	ETAPA 1. RECEPCIONAR Y VERIFICAR EL ESTADO DE LA BALANZA.....	9
7.1.1	Recepcionar y revisar el estado de la balanza.....	9
7.2	ETAPA 2. PREPARAR LOS PATRONES DE TRABAJO Y LA BALANZA A CALIBRAR.....	10
7.2.1	Climatizar los patrones de trabajo (pesas).....	10
7.2.2	Activar la celda de carga.....	10
7.3	ETAPA 3. CALIBRAR LA BALANZA.....	10
7.3.1	Realizar prueba de excentricidad.....	11
7.3.2	Realizar prueba de repetibilidad.....	11
7.3.3	Realizar prueba de error de indicación (exactitud).....	12
7.4	ETAPA 4. ANALIZAR Y CALCULAR LOS DATOS REGISTRADOS.....	13
7.4.1	Analizar, calcular los datos obtenidos de las pruebas y hallar la incertidumbre de medición.....	13
7.4.2	Generar los resultados finales.....	18
7.4.3	Identificar la balanza calibrada.....	18
7.4.4	Entregar la balanza calibrada.....	18


Elaborado por: Nombre: Elvis Aguirre- Yenny Astrid Hernández Cargo: Profesional Universitario - Contratista Dirección de Investigaciones para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal	Revisado y Aprobado por: Nombre: Ana María Prieto Rangel Cargo: Directora de Investigaciones para el Control y Vigilancia de Reglamentos Técnicos y Metrología Legal	Aprobación Metodológica por: Nombre: Giselle Johanna Castelblanco Muñoz Cargo: Representante de la Dirección para el Sistema de Gestión de Calidad Fecha: 2020-01-24
--	--	---

Cualquier copia impresa, electrónica o de reproducción de este documento sin la marca de agua o el sello de control de documentos, se constituye en copia no controlada.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 2 de 27

7.4.5	Elaborar y enviar certificado de calibración	18
7.5	ETAPA 5: REVISAR, AUTORIZAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	19
7.5.1	Revisar el certificado de calibración por el responsable de la dirección técnica	19
7.5.2	Revisar el certificado de calibración por el responsable del sistema de gestión del laboratorio	19
7.5.3	Entregar el certificado de calibración	22
7.5.4	Aplicar la encuesta de satisfacción	22
8	DOCUMENTOS RELACIONADOS	23
9	RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN	23
10	ANEXO 1	25
11	ANEXO 2	26
12	ANEXO 3. ESTABILIZACIÓN TÉRMICA EN HORAS	27

COPIA CONTROLADA

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 3 de 27

1 OBJETIVO

Describir la metodología empleada para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático (IPFNA) balanzas, con $d \geq 0,1$ g desde 5 g a 8 200 g, para: alcaldías, rutas, casas del consumidor y el grupo de trabajo de inspección y vigilancia de metrología legal, utilizando el método establecido en el documento normativo guía para la calibración de los instrumentos para pesaje de funcionamiento no automático (SIM MWG7/cg-01v.00)

2 DESTINATARIOS

Servidores públicos y contratistas que hagan parte del laboratorio de masa (balanza).


3 GLOSARIO

La terminología y simbología empleada en este documento está basada principalmente en los siguientes documentos:

- GUM (2008): para los términos relacionados con la determinación de los resultados de la incertidumbre de la medición.
- NTC 1848 (2007): para los términos relacionados con las pesas patrón.
- Guía SIM MW G7/cg-01/v.00: para los términos relacionados con el funcionamiento IPFNA.
- VIM versión actual; para los términos relacionados en la calibración.
- Decreto 1595 / 2015

CADENA DE TRAZABILIDAD METROLOGICA: sucesión de patrones y calibraciones que relacionan un resultado de medida con una referencia.

CALIBRACIÓN: operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 4 de 27

ERROR DE MEDIDA: diferencia entre un valor de medido de una magnitud y un valor de referencia.

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA: parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.

RESPONSABLE DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA: es el servidor público o contratista encargado de autorizar los certificados de calibración y al personal clave para la realización de las calibraciones.

RESPONSABLE DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS LABORATORIOS-SGL: es el servidor público o contratista encargado de diseñar, documentar, implementar y hacer seguimiento a todos los documentos propios del laboratorio, así como los documentos definidos en el SIGI.

RESPONSABLE DE LAS CALIBRACIONES: servidor público o contratista autorizado para realizar la calibración de las balanzas, teniendo en cuenta lo definido en el presente documento.

4 REFERENCIAS

Jerarquía de la norma	Numero/ Fecha	Título	Artículo	Aplicación Específica
Decreto	1595 de 2015	Por el cual se dictan normas relativas al Subsistema Nacional de la Calidad y se modifica el capítulo 7 y la sección 1 del capítulo 8 del título 1 de la parte 2 del libro 2 Del Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria Y Turismo, Decreto 1074 de 2015 y se dictan otras disposiciones	Sección 2, artículo 2.2.1.7.2.1	Definiciones
SIM	SIM MW G7/cg-01/v.00	Guía para la calibración de los instrumentos para	Aplicación total	Calibración para balanzas de funcionamiento no automáticos

Jerarquía de la norma	Numero/ Fecha	Título	Artículo	Aplicación Específica
		pesar de funcionamiento no automático.		
NTC - ISO/IEC	17025 de 2017	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración	Aplicación total	Requisitos generales para la competencia del laboratorio de calibración
NTC	1848 de 2007	Pesas de clases E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 y M3. Requisitos metrológicos y técnicos	Estabilización térmica en horas. Tabla b.2. NTC 1848:2007	Selección de patrones para calibración de balanzas
GUM	2008	Guía para estimar la incertidumbre de la medición	Aplicación total	Lineamientos para estimar incertidumbres
VIM	3ª edición 2012	Vocabulario internacional de metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados.	Aplicación total	Para sistemas de conceptos fundamentales y generales utilizados en metrología.
NTC	2031 de 2014	Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático. Requisitos metrológicos y técnicos. Pruebas.	3.5.1-3.5.2 y 8.4.2	Valores de los errores máximos permitidos


5 GENERALIDADES

- Antes de realizar la calibración se tienen en cuenta los siguientes tiempos:

Tiempo de respuesta a solicitud de calibración: 5 días hábiles

Tiempo de calibración y entrega de la balanza: 2 días hábiles

Tiempo de entrega de certificado de calibración: 4 días hábiles después de


	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 6 de 27

finalizada la calibración en sitio.

Nota 1:


La asignación al metrólogo se realiza a través del correo electrónico, teniendo en cuenta el Programa de Calibración RT03-F21

- Conocer la exactitud del equipo en el intervalo de pesaje y la precisión, para lo anterior se realizan las siguientes pruebas: excentricidad, repetibilidad y error de indicación (exactitud).
- ***Se le pregunta al usuario al momento de realizar la calibración, si ajusta la balanza antes de usarla, si su respuesta es afirmativa se inicia con la prueba error de indicación (exactitud) numeral 7.3.3, y se registra la observación en el formato RT03-F09 y continua con el numeral 7.3.1; si la respuesta es negativa calibra según como lo indica la etapa 3.***
- En la prueba de excentricidad se utiliza pesas de al menos un tercio (1/3) de la capacidad máxima de la balanza (si están disponibles, así mismo por manipulación se puede utilizar una pesa de mayor valor), o lo indicado por el fabricante de la balanza.
- En la prueba de repetibilidad se realizarán 10 pesadas por cada carga (baja, media y alta) o lo acordado con el usuario.
- El resultado obtenido de la desviación estándar también se denomina incertidumbre tipo A.
- Para la prueba de error de indicación (exactitud), se aplica el siguiente criterio:
 - 1) Aumentando por pasos con descarga entre los mismos \square conforme con el uso de la mayoría de los instrumentos para pesar una sola carga.
- Los resultados de una calibración pueden consignarse en un documento denominado, certificado de calibración.
- La estimación de la incertidumbre de medición debe ser atribuida a los resultados.
- Para la calibración de las balanzas es necesario contar con los equipos patrones y auxiliares.
- El laboratorio no realiza actividades de reparación y ajuste a las balanzas.

	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS</p>	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 7 de 27

Antes de realizar la calibración se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Emplear patrones de masa trazables al SI, que cumplan con las especificaciones de la NTC 1848 versión vigente.
- Se usa el termo higrómetro para la medida de la temperatura y la humedad para trabajos [in situ], de acuerdo a lo indicado en el apéndice A de la guía SIM MW G7/cg-01/v.00. Los equipos deben estar con calibración vigente.
- Programar en el software del termo higrómetro las lecturas Máx. y Mín. de los datos registrados en la calibración.
- Si durante alguna de las pruebas se detectan (vibraciones, corrientes de aire, humedad, entre otras circunstancias), que puedan afectar los resultados de las mismas se suspende la calibración y se reiniciará cuando las condiciones sean apropiadas.
- Para limpiar la balanza, se utiliza agua o alcohol, bayetillas, perilla sopladora, brochas de cerdas suaves, de forma que eliminen motas de polvo u otro material que haya quedado sobre la superficie.
- Las pinzas y/o horquillas que se utilizan para manipular las pesas no deben tener contacto con la parte metálica.
- Se debe usar guantes de nitrilo y/o algodón para evitar contacto con las manos.
- La calibración de las balanzas se debe realizar en el sitio de trabajo y bajo las condiciones reales de operación.
- El usuario debe ubicar la balanza en un lugar adecuado, libre de vibraciones y cualquier perturbación que pueda afectar el instrumento y la calidad de las mediciones.
- La balanza debe estar conectada a la red eléctrica y en posición de encendido, teniendo en cuenta, el tiempo que recomienda el fabricante para su estabilización. En ausencia del manual del instrumento este tiempo es de 24 h 00 min.
- Familiarizarse con el manual de instrucciones de la balanza si se dispone de él.
- Los patrones de masa y la balanza para calibrar deben permanecer en el laboratorio o recinto de calibración el tiempo necesario para su estabilización

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 8 de 27

térmica. (Ver anexo 3).

6 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
1	RECEPCIONAR Y VERIFICAR EL ESTADO DE LA BALANZA	Solicitud de calibración de equipos RT03-F08	Comprende la siguiente actividad: - Recepcionar y revisar el estado de la balanza.	Responsable de la calibración.	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09
2	PREPARAR LOS PATRONES DE TRABAJO Y LA BALANZA A CALIBRAR	Patrones de trabajo y la balanza a calibrar	Comprende las siguientes actividades. - Climatizar los patrones de trabajo (pesas). - Activar la celda de carga.	Responsable de la calibración.	Hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12 diligenciada
3	CALIBRAR LA BALANZA	Patrones de trabajo y la balanza a calibrar Hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12 Con registro de datos	Comprende las siguientes actividades: - Realizar prueba de excentricidad. - Realizar prueba de repetibilidad - Realizar prueba de error de indicación (exactitud)	Responsable de la calibración.	Hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12 diligenciada
4	ANALIZAR Y CALCULAR LOS DATOS REGISTRADOS	Hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12. Con registro de datos	Comprende las siguientes actividades: - Analizar, calcular los datos obtenidos de las pruebas y hallar la incertidumbre de medición. - Generar los resultados finales - Identificar la balanza calibrada - Entregar la balanza calibrada - Elaborar y enviar certificado de calibración	Responsable de la calibración.	Hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12 totalmente diligenciado Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 Diligenciada Certificado de calibración de balanzas RT03-F15

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
5	REVISAR, AUTORIZAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	Hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12 Totalmente diligenciada Certificado de calibración de balanzas RT03-F15	Comprende las siguientes actividades: - Revisar el certificado de calibración por el responsable de la dirección técnica - Revisar el certificado de calibración por el responsable del sistema de gestión de los laboratorios - Entregar el certificado de calibración. - Aplicar la encuesta de satisfacción	Responsable de la Dirección técnica o Suplente	Certificado de calibración de balanzas RT03-F15 Histórico de calibración de balanzas RT03-F28 Lista de chequeo de certificados de calibración de balanzas RT03-F31 Encuesta de satisfacción de la prestación de los servicios de calibración RT03-F07

7 DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y ACTIVIDADES

7.1 ETAPA 1. RECEPCIONAR Y VERIFICAR EL ESTADO DE LA BALANZA


La recepción de la balanza a calibrar se realiza en el sitio donde se va a calibrar, teniendo en cuenta las siguientes actividades:

7.1.1 Recepcionar y revisar el estado de la balanza

- Recepcionar la balanza y verificar que esta coincida con la solicitud de calibración; de no ser así, el usuario deberá radicar una comunicación especificando los cambios de la balanza que se solicitó, antes de iniciar la calibración.

Nota 2: bajo ningún motivo se calibrará otro equipo diferente al solicitado.

- Revisar el estado de la balanza diligenciando el formato RT03-F09, y de observar o detectar un cambio significativo en la apariencia física de la balanza (Imperfecciones, accesorios en mal estado, entre otros), se realiza lo siguiente:

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 10 de 27

- Entregar el equipo
- Elaborar el informe de balanzas no aptas RT03-F18 (en caso de que aplique)
- Elaborar comunicación a través del sistema de trámites, teniendo en cuenta el radicado de la solicitud de calibración RT03-F08.

Si la balanza está en condiciones para calibrar se continúa con la etapa 2.

Punto de control: revisar el estado de la balanza visualmente y registrar la información a través del formato RT03-F09.

7.2 ETAPA 2. PREPARAR LOS PATRONES DE TRABAJO Y LA BALANZA A CALIBRAR.

Para iniciar la calibración de la balanza se deben tener en cuenta las siguientes actividades:

7.2.1 Climatizar los patrones de trabajo (pesas)

Climatizar o ambientar los patrones de trabajo (pesas) un día antes de iniciar la calibración de la balanza.

Nota 3: Se debe tener en cuenta para esta actividad el efecto de convección

7.2.2 Activar la celda de carga

Registrar los datos de la balanza a calibrar en la hoja de cálculo para la calibración de balanzas RT03-F12.

Para activar la celda de carga, ubicar una pesa en el receptor de carga (plato), que no supere la capacidad máxima de la balanza.

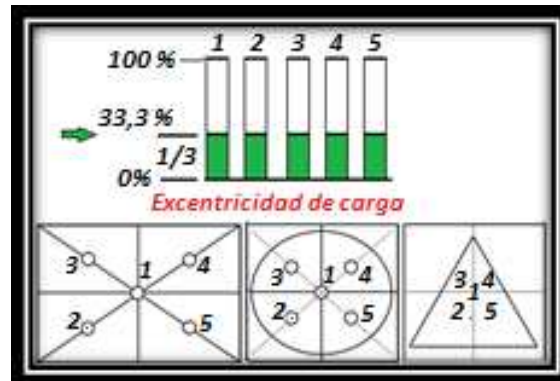
Punto de control: revisar el estado de la balanza en el sitio calibrar para iniciar con el proceso de calibración, registrando los datos en el formato RT03-F09

7.3 ETAPA 3. CALIBRAR LA BALANZA

Para la calibración de la balanza se realizan las siguientes actividades (pruebas):

7.3.1 Realizar prueba de excentricidad

Ubicar pesas con al menos $1/3$ de la carga máxima de la balanza (si están disponibles), así mismo por manipulación se puede utilizar una pesa de mayor valor o lo indicado por el fabricante, en diferentes posiciones del receptor de carga, teniendo en cuenta que el centro de gravedad de la carga ocupe tanto como sea posible, las posiciones que se muestran en la gráfica.



Gráfica 1. Excentricidad de carga

Las posiciones de carga para la prueba de excentricidad de acuerdo a la gráfica 1, son las siguientes:

1. Centro
2. Frontal izquierda
3. Posterior izquierda
4. Posterior derecha
5. Frontal derecha

Esperar que se estabilice la balanza, y una vez que se haya estabilizado se registra la lectura para cada indicación de la balanza en el formato RT03-F12.

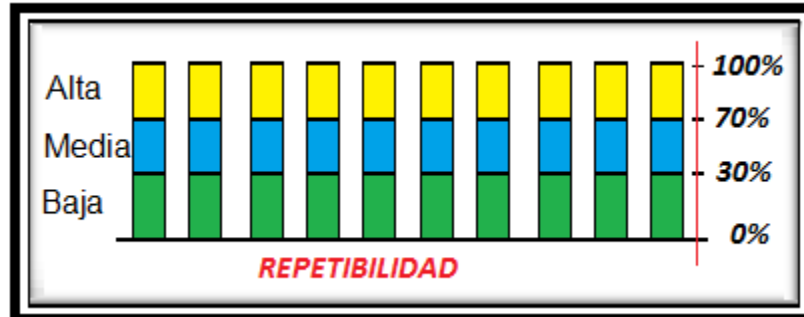
7.3.2 Realizar prueba de repetibilidad.

Realizar la medición del equipo **según lo acordado con el usuario** o en las siguientes cargas:

- Baja (5 g a 2 500 g);
- Media (>2 500 g a 5 500 g);
- Alta (> 5 500 g a 8 200 g).

Ubicando la pesa en el receptor del equipo bajo condiciones idénticas.

Lo anterior se repite 10 veces en cada una de las cargas sobre el receptor de carga.

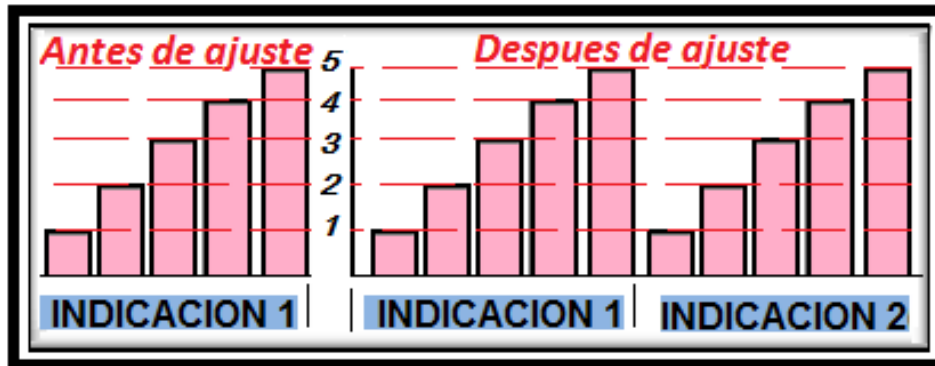


Gráfica 2. Repetibilidad

Para cada uno de los ciclos se debe esperar que la balanza se estabilice y se registra la lectura en el formato RT03-F12.

7.3.3 Realizar prueba de error de indicación (exactitud)

- Realizar aumentos por pasos, con descarga entre los mismos \square conforme con el uso de la mayoría de los instrumentos para pesar una sola carga.
- Para cada indicación, esperar que se estabilice la balanza y registrar los datos en el formato RT03-F12.
- Elegir cinco (5) puntos homogéneamente espaciados, que abarquen todo el intervalo de medición, entre la carga mínima y la carga máxima.
- Antes de ajuste realizar 1 indicación
- Ajustar la balanza. (a criterio del usuario).
- Si se ajusta la balanza, realizar 2 indicaciones
- En caso de no ajuste, se realizará una indicación más.



Gráfica 3. Prueba de error de indicación

Nota 4: Los resultados de la indicación antes y después de ajuste, se evidencian en el certificado de calibración de balanzas RT03-F15.

Punto de control: revisar detalladamente que todos los datos obtenidos como resultado de la calibración estén correctos, evidenciándose a través del formato RT03-F12.

7.4 ETAPA 4. ANALIZAR Y CALCULAR LOS DATOS REGISTRADOS

Registrar los datos obtenidos de las calibraciones, en el formato RT03-F12, teniendo en cuenta las siguientes actividades

7.4.1 Analizar, calcular los datos obtenidos de las pruebas y hallar la incertidumbre de medición.


Con los datos obtenidos, se realiza el análisis y el cálculo de las siguientes pruebas:

- Prueba de excentricidad.
- Prueba de repetibilidad.
- Prueba de error de indicación (exactitud).
- Hallar la incertidumbre de medición

Para el análisis, se calculan los siguientes datos a través del formato RT03-F12:

- Calcular la diferencia de excentricidad

La diferencia máxima de excentricidad se calcula según las indicaciones arrojadas de la prueba de excentricidad, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (SIM MWG7/cg-01v.00, numeral 6.3):

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 14 de 27

$$\Delta I_{ecc} = I_i - I_1$$

- Determinar el promedio de las cargas de las indicaciones

El promedio de las cargas de las indicaciones se obtienen en la prueba de repetibilidad, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 6.1-2):

$$\bar{I} = \sum_{i=1}^n \frac{I_i}{n}$$

- Hallar la desviación estándar para las cargas de indicación

La desviación estándar para las cargas de indicación se obtienen en la prueba de repetibilidad, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 6.1-1):

$$s(I) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2}{(n-1)}}$$

- Seleccionar la máxima desviación estándar de las indicaciones
- Calcular el error de indicación

El error de indicación (exactitud) se calcula según los resultados obtenidos para cada carga teniendo en cuenta la siguiente fórmula (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 7.1-1):


$$\Delta I = I - m_{ref}$$

$$\text{Donde } \Delta I = E_j$$

$$\text{Donde } E_j = I_j - (m_{Nj} + \delta m_{cj})$$

- Hallar la incertidumbre estándar de la indicación, mediante la siguiente formula (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 7.1-1-1):

$$I = I_1 + \delta I_{digL} + \delta I_{rep} + \delta I_{ecc} - I_0 - \delta I_{dig0}$$

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 15 de 27

- Calcular la contribución de la incertidumbre por excentricidad, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 7.1.1-10)

$$u(\delta I_{ecc}) = \frac{I |\Delta I_{ecc}|_{max}}{(2L_{ecc}\sqrt{3})}$$

- Calcular la contribución de la incertidumbre por repetibilidad, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 7.1.1-6)

$$u(\delta I_{rep}) = s(I_j) / \sqrt{n}$$

- Calcular la contribución de la incertidumbre por la resolución en cero, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 7.4.1.2):

$$u(\delta I_{dig}) = \left[\frac{d}{2\sqrt{3}} \right] = d/\sqrt{12}$$

Prueba de error de indicación (redondeo de la indicación sin carga)


$$u(\delta I_{dig}) = \frac{d}{2\sqrt{3}} = d/\sqrt{12}$$

$$u(\delta I_{dig}) = \frac{0,1}{\sqrt{12}}$$

Prueba de error de indicación (redondeo de la indicación con carga)

$$u(\delta I_{dig}) = \frac{d_i}{2\sqrt{3}} = di/\sqrt{12}$$

$$u(\delta I_{dig}) = \frac{0,1}{\sqrt{12}}$$

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 16 de 27

- **Calcular la contribución de la incertidumbre por indicación, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 7.4.2):**

$$u^2(I) = \frac{d^2}{12} + s^2(I) + \hat{w}^2(\delta I_{ecc})I^2 + \frac{di^2}{12}$$

- Hallar la incertidumbre estándar de la masa de referencia, mediante la siguiente fórmula: (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 7.1.2-1):

$$m_{ref} = m_N + \delta m_c + \delta m_B + \delta m_D$$

- Hallar la contribución de la incertidumbre por pesas patrón, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 7.1.2.2):

$$u(\delta m_c) = U/K$$

- Hallar la contribución de la incertidumbre por empuje, teniendo en cuenta la siguiente fórmula: (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 7.1.2.5a):

$$u(\delta m_B) = \frac{EMP}{4 * \sqrt{3}} = \frac{3U}{4 * \sqrt{3}}$$


- Calcular la contribución de la incertidumbre por deriva, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 7.1.2.11):

$$u(\delta m_D) = \frac{EMP}{3 * \sqrt{3}} = U/\sqrt{3}$$

- Hallar la incertidumbre estándar del error, mediante la siguiente fórmula: (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 7.1.2.11):

$$u^2(E) = u^2(I) + u^2(m_{ref})$$

- Determinar la distribución de cada una de las contribuciones

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 17 de 27

La distribución de cada una de las contribuciones de la influencia se determina teniendo en cuenta el anexo 1. Tabla 1 resumen componentes de incertidumbre del presente documento.

Identificar la Incertidumbre Dominante.

La cual se obtiene del mayor valor entre las Incertidumbres Tipo A y Tipo B,

$$\text{Si } \frac{\sqrt{\sum_i (\text{Tipo A})^2 + (\text{Tipo B})^2}}{u_{\text{cal}}} = \begin{cases} \leq 0.3 \\ \geq 0.3 \end{cases}$$

Si ≤ 0.3 , entonces se asume un factor k de cobertura $k= 1.65$

Si ≥ 0.3 , entonces el factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza del 95%

- Hallar los grados efectivos de libertad de error

Los grados efectivos de libertad de error se hallan teniendo en cuenta la incertidumbre por indicación con los factores de influencia de repetibilidad, resolución y excentricidad. Así mismo determinar los grados efectivos de libertad, teniendo en cuenta la incertidumbre por masa de referencia con los factores de influencia de pesas patrón, deriva y el empuje con la fórmula de Welch-Satterthwaite (Guía GUM, 1ª edición 2008, numeral (G.2b)):

$$v_{\text{eff}} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_{i=1}^N \frac{u_i^4(y)}{v_i}} \approx v_{\text{eff}(E)} = \frac{u_E^4}{\frac{u_I^4}{v_I} + \frac{u_{m_{\text{ref}}}^4}{v_{m_{\text{ref}}}}}$$

- Hallar el factor de cobertura

El factor de cobertura se halla con base en la tabla Guía GUM, 1ª edición 2008, tabla G.2: teniendo en cuenta los grados efectivos de libertad. Ver anexo 2.


- Hallar la incertidumbre expandida, empleando la siguiente fórmula.

$$U(E) = u(E) * k$$

Nota 5: La incertidumbre reportada se determina, multiplicando la incertidumbre estándar combinada, por el factor de cobertura $K = 2,0$, con el cual se logra un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

- Hallar la ecuación de la curva característica se halla teniendo en cuenta la siguiente fórmula (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 6.2.2):

$$y = b + m x$$

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 18 de 27

Dónde:

- y:** la ecuación de la recta para cualquier punto
m: pendiente de la recta
b: intercepción con el eje y
x: valor de carga

7.4.2 Generar los resultados finales

Una vez obtenidos los cálculos mencionados anteriormente se procede a generar los resultados finales:

- E (R)
 U (E)

7.4.3 Identificar la balanza calibrada

El responsable de la calibración identifica la balanza calibrada a través de una estampilla, donde se menciona, la fecha de calibración y el número de certificado, los cuales deben coincidir con el certificado emitido.

7.4.4 Entregar la balanza calibrada


Entregar al usuario la balanza calibrada con la respectiva estampilla, verificando el estado de la misma, a través del formato RT03-F09.

7.4.5 Elaborar y enviar certificado de calibración

El responsable de la calibración, envía al responsable de la dirección técnica, a través de correo electrónico, la siguiente información:

1. Lista de chequeo: contiene el registro [lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03- F09 firmado y escaneado (foto)],
2. Registro fotográfico.
3. Hoja de cálculo (RT03-F12) en excel y certificado de calibración RT03-F15

Punto de control: revisar detalladamente todos los datos obtenidos como resultado de la calibración, a través de los formatos: RT03-F12 y RT03-F15; revisar que la estampilla concuerde con la fecha y número de certificado de calibración

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 19 de 27

7.5 ETAPA 5: REVISAR, AUTORIZAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

7.5.1 Revisar el certificado de calibración por el responsable de la dirección técnica

El responsable de la Dirección Técnica revisa la siguiente información:

- Solicitud de calibración
- Respuesta a la calibración
- Hoja de cálculo para calibración de balanzas, RT03-F12.
- Certificado de calibración de balanzas, RT03-F15.
- Registro fotográfico (serie, modelo, fabricante, código interno y estampilla)

Si se presentan trabajos no conformes se devuelven al responsable de la calibración a través de correo electrónico para el respectivo ajuste y se repite esta actividad hasta que se encuentre a satisfacción (tener en cuenta el procedimiento RT03-P01)

Si se presentan errores de ortografía el responsable de la dirección técnica los realiza.


Una vez se cuenta con el certificado a satisfacción, se envía través de correo electrónico al responsable del SGL o al suplente, lo siguiente:

- Hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12 desprotegida
- Certificado de calibración de balanzas RT03-F15 desprotegido
- Registro fotográfico (serie, modelo, fabricante, código interno y estampilla)

7.5.2 Revisar el certificado de calibración por el responsable del sistema de gestión del laboratorio

El responsable del SGL y/o el suplente, revisan los certificados de calibración, teniendo en cuenta los siguientes criterios, antes de su liberación:

- Sistema de trámites (solicitud de calibración radicada, comunicaciones emitidas al usuario, comunicaciones emitidas por el usuario).
- Lista de recepción y entrega de equipos RT03-F09 física
- Registro fotográfico (serie, modelo, fabricante, código interno y estampilla)
- Hoja de cálculo de calibración y certificado de calibración.
- Criterios del ONAC

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 20 de 27

Reglamento de uso de los símbolos de acreditado y/o asociado RAC-3.0-03, versión vigente

Criterios específicos para la estimación y declaración de la incertidumbre de medición en la calibración CEA-06, versión vigente

Criterios específicos de acreditación □ trazabilidad metrológica CEA-4.1-02, versión vigente.

- Criterios del documento normativo guía para la calibración de los instrumentos para pesaje de funcionamiento no automático (SIM MWG7/cg-01v.00)
- Criterios definidos en la norma NTC ISO/IEC 17025, versión vigente:

Título (ejemplo: □Certificado de calibración□)

Certificado No: Identificación única del certificado de calibración y en cada página una identificación para asegurar que la página es reconocida como parte del certificado de calibración, la identificación del certificado es LCB-XXX-XX:
LCB: L hace referencia al laboratorio, C hace referencia a Calibración y B hace referencia a la sigla del instrumento (balanzas) bajo calibración.


XXX: número del certificado, consecutivo que inicia desde 001, XX los dos últimos dígitos del año en que se calibra.

Información del cliente: solicitante, dirección y ciudad.

Fecha de recepción: fecha en que el usuario entrega el equipo a calibrar y debe coincidir con el formato RT03-F09.

Fecha de calibración: fecha en que se ejecutó la calibración

- 1. Información del equipo sometido a calibración: objeto, fabricante, número de serie, modelo, carga Máx., carga Mín., división de escala y el escalón de verificación.
- 2. Lugar y dirección de calibración: Nombre y dirección donde se realiza la calibración
- 3. Código Interno: LCB-XX-XXXX, hace referencia a: LCB, L hace referencia al laboratorio, C hace referencia a Calibración, B hace referencia a la sigla del instrumento (balanza) bajo calibración y XX-XXXX: correspondiente al radicado según la solicitud de calibración.
- 4. Método de calibración utilizado: Identificación del método utilizado según el alcance de acreditación
- 5. Condiciones ambientales corregidas: Se registra la temperatura °C, humedad relativa % rH y presión atmosférica hPa del sitio y momento de calibración
- 6. Trazabilidad metrológica: contiene cuadro con la siguiente información: clase pesas, intervalo, No. Certificado, fecha de calibración y pesas utilizadas.
- 7. Resultado de la calibración: prueba de excentricidad, prueba de repetibilidad y prueba de error de indicación (antes de ajuste)

	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS</p>	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 21 de 27

Resultado de la calibración para prueba de error de indicación después de ajuste) con masa convencional (g), error (g), incertidumbre $\pm U$ y cumple, cuenta con el siguiente mensaje:

La declaración de conformidad se aplica a los resultados obtenidos en la prueba de error de indicación, después de ajuste, teniendo en cuenta que el error, más la incertidumbre, no deberá superar el error máximo permitido (EMP), según lo definido en el numerales 3.5.1-3.5.2 y 8.4.2 de la norma NTC 2031:2014

- 8. Incertidumbre expandida de los errores
- 9. Observaciones
- Fecha de elaboración
- Firma autorizada: cargo, nombre y firma de los servidores públicos que autorizan el certificado de calibración: el responsable de la Dirección técnica o su suplente son los encargados de revisar y autorizar a través de su firma la emisión del certificado,
- Calibrado por: cargo, nombre y firma de los servidores públicos que realizan las calibraciones
- .Fin de este documento

Revisado lo mencionado anteriormente, se registra un comentario sobre el trabajo no conforme identificado y en las celdas a las que haya lugar en el formato RT03-F31.


Si el certificado de calibración revisado no cuenta con lo anteriormente definido, se procede a:

- Sombrear la casilla en rojo en caso de que se presente trabajo no conforme (según lo definido en el procedimiento RT03-P01)
- Ajustar y sombrear la casilla en amarillo en caso de que se presente errores de ortografía y redacción
- Realizar un comentario en la celda identificando el trabajo no conforme
- Devolver al responsable de la Dirección Técnica el certificado con lo anteriormente mencionados, para que realice los respectivos ajustes.

Nota 6:

Todos los responsables de revisión (responsable de la calibración, responsable de la dirección técnica y responsable del sistema de gestión y/o suplente, deben revisar cada uno de los criterios.

Efectuados los ajustes, se procede a:

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 22 de 27

- Aprobar el certificado de calibración
- Finalizar el trámite a través de comunicado por sistema de trámites
- Crear carpeta con número de radicado (bloqueada), la cual debe contener:
 1. Solicitud de calibración
 2. Respuesta a solicitud de calibración
 3. Lista de chequeo: contiene el registro [lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03- F09 firmado y escaneado], incluido el registro fotográfico.
 4. Certificado de calibración: hoja de cálculo (RT03-F12) en excel bloqueada y certificado de calibración RT03-F15 bloqueado
 5. Cierre de la solicitud de calibración: comunicación radicada para entrega del certificado y de la balanza, y certificado escaneado con sus respectivas firmas.
 6. Encuesta de satisfacción
 7. Modificación al certificado de calibración (solo cuando se ha enviado el certificado al usuario con inconsistencias), teniendo en cuenta lo definido en el procedimiento RT03-P01

7.5.3 Entregar el certificado de calibración

El responsable de la Dirección Técnica y/o suplente, entregan el certificado de calibración según lo acordado con el usuario.

7.5.4 Aplicar la encuesta de satisfacción


El responsable de la Dirección Técnica y/o suplente, entregan la encuesta de satisfacción de la prestación de los servicios de calibración RT03-F07.

Se realiza mediante los siguientes medios: Correo electrónico y físicamente entre otros, trimestralmente se recopilan los datos obtenidos por el responsable del SGL, el cual hace seguimiento, con el fin de medir y analizar el indicador satisfacción

Punto de control: revisar que los certificados de calibración RT03-F15, estén acordes a:

- Solicitud de calibración, comunicaciones emitidas por y al usuario, a través del sistema de trámites
- Lista de recepción y entrega de equipos RT03-F09 y el registro fotográfico.
- Hoja de cálculo de calibración

Como evidencia de dicha revisión se cuenta con el registro RT03-F31

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 7
		Página 23 de 27

8 DOCUMENTOS RELACIONADOS

- RT03-F07 Encuesta de satisfacción de la prestación de los servicios de calibración.
- RT03-F08 Solicitud de calibración de equipos.
- RT03-F09 Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos.
- RT03-F12 Hoja de cálculo para calibración de balanzas.
- RT03-F15 Certificado de calibración de balanzas.
- RT03-F17 Informe de equipos no aptas.**
- RT03-F31 Listado de chequeo de certificados de calibración y modificación a los certificados de calibración de balanzas.
- RT03-F39 Modificación del certificado de calibración de balanzas.

ANEXOS

- Anexo 1. Resumen hoja de cálculo con las componentes de incertidumbre.
- Anexo 2. Evaluación de datos de medición Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida. JCGM 100: 2008. GUM 1995
- Anexo 3. Estabilización térmica en horas TABLA B.2 NTC 1848:2007

9 RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN

1. Se incluyeron las siguientes fórmulas en el numeral 7.4.1

Prueba de error de indicación (redondeo de la indicación sin carga)

$$u(\delta I_{dig}) = \frac{d}{2\sqrt{3}} = d / \sqrt{12}$$

$$u(\delta I_{dig}) = \frac{0,1}{\sqrt{12}}$$

Prueba de error de indicación (redondeo de la indicación con carga)

$$u(\delta I_{dig}) = \frac{d_i}{2\sqrt{3}} = di / \sqrt{12}$$

$$u(\delta I_{dig}) = \frac{0,1}{\sqrt{12}}$$

- **Calcular la contribución de la incertidumbre por indicación, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 7.4.2):**

$$u^2(I) = \frac{d^2}{12} + s^2(I) + \hat{w}^2(\delta I_{ecc})I^2 + \frac{di^2}{12}$$

2. Se modificó la nota 1

Fin documento

COPIA CONTROLADA

10 ANEXO 1
RESUMEN HOJA DE CÁLCULO CON LAS COMPONENTES DE
INCERTIDUMBRE

Magnitud X_i	Incertidumbre estándar $u(x_i)$	Distribución de probabilidad
l_j	$u(\delta l_{rep}) = s(l)$	normal
δl_d	$u(\delta l_{dig}) = \left[\frac{d}{2\sqrt{3}} \right] = d/\sqrt{12}$	rectangular
δl_{ecc}	$u(\delta l_{ecc}) = \frac{ A l_{ecc,i} _{max}}{2L_{ecc}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$	rectangular
m_N	$u(\delta m_c) = \frac{U}{k}$	normal
δm_B	$u(\delta m_B) = \frac{u(\delta m_c)}{4}$	rectangular
δm_D	$u(\delta m_D) = \frac{u(\delta m_c)}{3}$	rectangular
$u^2(E) = u^2(\delta l_d) + u^2(\delta l_{rep}) + u^2(\delta l_{ecc}) + u^2(\delta m_c) + u^2(\delta m_B) + u^2(\delta m_D)$		
$U(E) = k \cdot u(E)$		

Nota: La incertidumbre se expresa con un factor de cobertura de $k \approx 2$ con un nivel de confianza del 95%.

11 ANEXO 2

Tabla G.2: Valor de $t_p(v)$ de la distribución t, para v grados de libertad, que define un intervalo de $-t_p(v)$ a $+t_p(v)$, que comprende la fracción p de la distribución

Grados de libertad N	Fracción $p(\%)$					
	68,27^{a)}	90	90	95^{a)}	99	99,73^{a)}
1	1,84	6,31	12,71	13,97	63,66	235,80
2	1,32	2,92	4,30	4,53	9,92	19,21
3	1,20	2,35	3,18	3,31	5,84	9,22
4	1,14	2,13	2,78	2,87	4,60	6,62
5	1,11	2,02	2,57	2,65	4,03	5,51
6	1,09	1,94	2,45	2,52	3,71	4,90
7	1,08	1,89	2,36	2,43	3,50	4,53
8	1,07	1,86	2,31	2,37	3,36	4,28
9	1,06	1,83	2,26	2,32	3,25	4,09
10	1,05	1,81	2,23	2,28	3,17	3,96
11	1,05	1,80	2,20	2,25	3,11	3,85
12	1,04	1,78	2,18	2,23	3,05	3,76
13	1,04	1,77	2,16	2,21	3,01	3,69
14	1,04	1,76	2,14	2,20	2,98	3,64
15	1,03	1,75	2,13	2,18	2,95	3,59
16	1,03	1,75	2,12	2,17	2,92	3,54
17	1,03	1,74	2,11	2,16	2,90	3,51
18	1,03	1,73	2,10	2,15	2,88	3,48
19	1,03	1,73	2,09	2,14	2,86	3,45
20	1,03	1,72	2,09	2,13	2,85	3,42
25	1,02	1,71	2,06	2,11	2,79	3,33
30	1,02	1,70	2,04	2,09	2,75	3,27
35	1,01	1,70	2,03	2,07	2,72	3,23
40	1,01	1,68	2,02	2,06	2,70	3,20
45	1,01	1,68	2,01	2,06	2,69	3,18
50	1,01	1,68	2,01	2,05	2,68	3,16
100	1,005	1,660	1,984	2,025	2,626	3,077
∞	1,000	1,645	1,960	2,000	2,576	3,000

a) Para una magnitud z descrita por una distribución normal de esperanza matemática μz y desviación típica σ , el intervalo $\mu z \pm k\sigma$ comprende respectivamente las fracciones $p = 68,27\%$; 95% y $99,73\%$ de la distribución, para los valores $k = 1, 2$ y 3 .

12 ANEXO 3. ESTABILIZACIÓN TÉRMICA EN HORAS

TABLA B.2. NTC 1848:2007

ΔT^*	Nominal valué	Clases E ₁	Clases E ₂	Clases F ₁	Clases F ₂
$\pm 20^\circ\text{C}$	1000, 2000, 5000 kg	-	-	79	5
	100, 200, 500 kg	-	70	33	4
	10, 20, 50 kg	45	27	12	3
	1, 2, 5 kg	18	12	6	2
	100, 200, 500 g	8	5	3	1
	10, 20, 50 g	2	2	1	1
	< 10 g	1			0,5
$\pm 5^\circ\text{C}$	1000, 2000, 5000 kg	-	-	1	1
	100, 200, 500 kg	-	40	2	1
	10, 20, 50 kg	36	18	4	1
	1, 2, 5 kg	15	8	3	1
	100, 200, 500 g	6	4	2	0,5
	10, 20, 50 g	2	1	1	0,5
	< 10 g	0,5			

ΔT^*	Nominal valué	Clases E ₁	Clases E ₂	Clases F ₁	Clases F ₂
$\pm 2^\circ\text{C}$	1000, 2000, 5000 kg	-	-	1	0,5
	100, 200, 500 kg	-	16	1	0,5
	10, 20, 50 kg	27	10	1	0,5
	1, 2, 5 kg	12	5	1	0,5
	100, 200, 500 g	5	3	1	0,5
	< 100 g	2	1		0,5
$\pm 0,5^\circ\text{C}$	1000, 2000, 5000 kg	-	-	-	-
	100, 200, 500 kg	-	1	0,5	0,5
	10, 20, 50 kg	11	1	0,5	0,5
	1, 2, 5 kg	7	1	0,5	0,5
	100, 200, 500 g	3	1	0,5	0,5
	< 100 g	1	0,5		

ΔT^* : diferencia inicial entre la temperatura de la pesa y la del laboratorio.